

投稿

星空を通して考える環境と地域振興 ～夜空の明るさ調査と駅前観望会を通じて～

檜木 梨花子（茨城大学理学部）

1. はじめに

光害（ひかりがい）とは、自然光以上に夜空のバックグラウンドが明るくなっている現象であり、「良好な『光環境』の形成が、人工光の不適切あるいは配慮に欠けた使用や運用、漏れ光によって阻害されている状況、またはそれによる悪影響」と定義されている（環境省）。

これにより星が見えなくなるといった問題を始め、夜行性動物の行動範囲が限られる、短日性植物の発芽への影響、エネルギーの過剰な消費等に関わる問題である。

今後さらなる都市化によって深刻になるこの現象を、多くの人に認識して頂き、考える指標となるような客観的なデータを得る為に、我々は2008年に茨城大学社会連携事業・学生地域参画プロジェクトとして『光害対策プロジェクト＝暗い夜空を求めて＝』を、茨城大学星見同行会と星空公団（<http://www.kodan.jp/>）水戸支部において立ち上げた。

主な活動は茨城県県央から県北にかけての、夜空の明るさの測定を継続的に行い定量的なデータを得ると共に、JR水戸駅南口において天体観望会を行い、天文普及や光害に対しての認識を深めて頂くという活動を展開している。プロジェクト3年目の今年は、蓄積したデータやノウハウをより生かす事を目標に、積極的に地域との繋がりを強めて行った。

行政や環境保全団体等の反応、測定データの光害対策や地域振興への切り口について紹介する。

2. 夜空の明るさ調査について

まず始めに夜空の明るさ調査の目的、方法、調査結果について述べる。

2.1 夜空の明るさ調査の目的

前述した様な問題があると考えられる光害であるが、対策方法としては、

- ・防犯灯等を白熱電球からLEDに変える。
- ・照明が必要な場所のみ照らすような、指向性の有る照明にする。

などの方法が有る。

しかしながらそれらの対策には費用が掛かり、「夜空が明るいから対策をして欲しい」といった声が有ったとしても、定量的にその値が求められていないと、実際に対策を行うか否かの判断がつかない。また対策の費用対効果が正確に見積もられていない為、効果が不透明で費用を掛けて良いかの判断が出来ない。

従ってその指針になる定量的なデータを求める事が測定の主な目的である。

2.2 調査の方法

薄明終了後の人間の生活光の影響を調べる為に、時間帯は20時～22時を選んで測定した。使用機器はデジタル一眼レフカメラと、Sky Quality Meter（Unihedron社製、以下SQM、図1）を用いた。

デジタル一眼レフカメラはCanon Kiss X2を用い、ISO400、F4という条件で撮影を行った。

またSQMは内蔵されたセンサーによって、

夜空の明るさ（バックグラウンド）を平方秒角（/□”）あたりの等級数としてデジタル表示するハンディタイプの測定器である。

これを天頂に向け、測定を5回繰り返し平均値を出した。

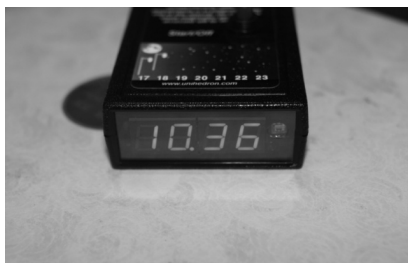


図1 測定の使用機器である SQM

SQM は「実際の夜空の明るさを測定しているのか、あるいは地上の近辺の照明光が入ってきてしまっているのか。」という事が判別出来ないため、客観的なデータであるとは必ずしも言えない。しかしながら、学生の団体であるためデジタル一眼レフカメラは台数が1台しか無い。したがって、デジタル一眼レフカメラのデータの補完と地点間の比較の意味で SQM を用いた。

2.3 夜空の明るさ調査の調査結果

2010年において、実際に自分たちが足を運び測定した地点は約400ヶ所である。

これらのデータから場所によっては詳細な夜空の明るさの分布が表されている。

また、肉眼観測とも併用し、茨城県北においてはどの場所において天の川を見る事が出来るかのおおまかな結果が得られている。得られたデータについて報告する。

(1) 2008 年度調査

水戸市内を約 2km² に 1 点測定ポイントを取り、142 ヶ所の調査を行った。

それによって水戸の夜空の明るさの分布を表す事が出来た（図2）。

水戸駅が 16.0 等級/□” と一番明るく、そ

こを中心としてほぼ同心円状に夜空が暗くなっている様子が分かる。

また、一番暗い場所でも 19.6 等級/□” と明るく、他の地域と比べると光害の影響を全域に受けていた。（自然の暗さは 21~22 等級/□”。例として花立山自然公園（常陸大宮市）においては 21.2 等級/□” であった。）

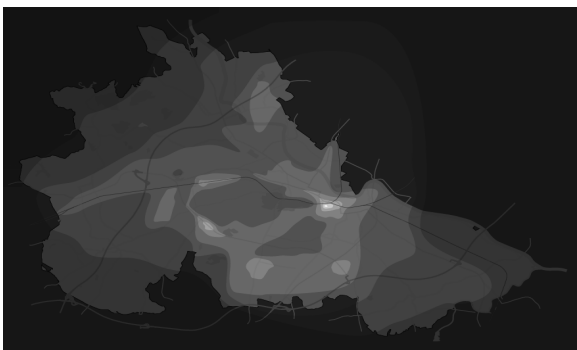


図2 水戸市の夜空の明るさの分布

中央よりやや右よりの一番明るい場所が水戸駅

(2) 2009 年度調査

茨城県の県央～県北 150 ヶ所程の調査を行った。それによって、茨城県の県北のどこから天の川が見えるのかがだいぶはっきりとしてきた。

調査を通して、個人差もある大まかな値であるが、天の川を見慣れている人は 19.2 等級/□”、一般の方であれば 19.5 等級/□” で天の川を確認出来、20 等級/□” であれば濃い天の川を見る事が出来ると言った経験則が得られた（全て SQM による値）。また 2009 年は県内全域の高校生に協力して頂き観測を行った。「オリオン座の星が何等級まで見えるか、天の川が見えるか」といったような肉眼測定がメインで、機器を持っている団体には一眼レフカメラや、SQM といった機械を使用して頂いた。これによって以降の詳細な測定を行う際の目安とすると共に、天の川マップ（後述）を作成する際の補完とした。

(3) 2010 年度調査

この原稿を書いている 12 月現在、データが未集計であるので測定傾向のみ述べると、2010 年は

- ・天の川マップ拡大の為の調査
- ・地域との繋がりを視野に入れた調査を行った。

天の川マップ拡大の為の調査としては、今まで県央～県北だった調査を、県西、県南へとポイントは少ないのだが測定範囲を広げた。

また、地域との繋がりを視野に入れた調査においては環境対策に力を入れている市や、天文台がある、観光に特化している町において約 2km²の密な調査を行った。

また条件を揃えて行っている夜空の明るさ調査とは別に、

- ・ライトダウンの際の調査
- ・ライトアップされている場所の調査を行った。

これは必ずしも「月が出ていない、測定時間内である」といった測定条件を満たしている訳では無く、定量的な値を測定するというよりは、光害について考える際の提案資料を集める意味として行った。

ライトダウンの際に、県庁、市役所、水戸芸術館に行き、実際に照明が落とされている事を確認した。またライトダウン前とライトダウン後の様子を茨城大学理学部 7F から市全体を撮影し、夜空の明るさを比較出来る写真を撮影した。

実際に電気が消えている施設は上記の場所（市の建物）以外ほとんど無く、夜空の明るさはほとんど変わって無かった。水戸ではライトダウンは数年前に始まったばかりであり、まだあまり根付いていない事が分かった。

またライトアップされている場所に関しては、サーチライトが有る、過剰にライトアップされている施設（図 3 例：水戸市芸術館）

について調べた。

これらの例を光害について考えて頂く際に、分かりやすい資料として活用していきたいと考えている。



図 3 サーチライトによってライトアップされている芸術館

3. 地域との関連

測定したデータは地域毎に環境・地域振興に使用するデータとして活用している。

それらを地域別の活用方法の違いについて紹介する。

(1) 県北地域全域

県北地域は大まかに天の川が見える場所の分布の調査が出来た為、「天の川マップ」を作成した。

これは夜空に浮かぶ星々を観賞しながら、光害という過剰照明について実感として気付いて頂く為である。

また天の川が見られる良好な星空環境において、調査結果を生かした星空観賞のツアーを地元自治体と連携して町おこしに繋げる為に 2009 年に計画した。

今後は県北地域においてそのようなツアーを実際に実行していくという事や、電波望遠鏡施設がある茨城大学宇宙科学教育研究センターとそれが位置している高萩市において施設見学・星空鑑賞ツアーの様なイベントも構想中である。

(2) 水戸市

2008 年に測定したデータをもとに、「水戸市の夜空の明るさマップ」を作成した。

現在このデータを元に光害に対する何らかの対策等が来ている訳ではないが、水戸市環境保全会議の方に現状の紹介を行った。その中で、「千波湖（水戸駅付近）に蛍を放流するといった事もあったが、明るくて根付かなかった」と言った話も伺えた。

また水戸は明るいのだが、調査によって天の川が見られる地域を発見した。従って、前述と同じく地域振興に生かせないか検討中である。

(3) 日立市

日立市においては、山間部で道がない為測定不可能な場所を除き、約 2km² 毎の密な調査を行った。これは日立市に蛍の生息域が多く存在している為である。

日立市には、環境政策課が 2003 年に蛍を見られる場所を住民の協力により調べた「蛍マップ」がある。

蛍の生息には澄んだきれいな水が重要だが、周囲が暗いという事も重要な条件である。これは照明が成虫の飛翔及び光コミュニケーションの発光活動の抑制になり、配偶行動及び産卵行動の阻害をする事や、幼虫の上陸行動の阻害へと繋がるからである。

2010 年の 5 月に日立市環境保全会議にて我々のプロジェクトを紹介した際に、この蛍マップに夜空の明るさも考慮出来たらというお話を頂いた。

日立市においては 2009 年に高校生の協力で得られた肉眼調査のデータにおいて天の川が見える場所が確認されている。また県北の天の川調査において、日立市南部は 18.3～18.8 等級/□”であり少し明るい、日立北部は夜空の明るさが 19.6～19.8 等級/□”であり天の川が見られる、といった大まかな夜

空の明るさの分布は分かっていた。

それらを踏まえ、2010 年 12 月に日立市の詳細な夜空の明るさ調査を行った際には、20 等級/□”を超える暗さで、天の川が見える場所が多くある事が分かった（図 4）。これらのデータをまとめて市に提出する予定である。



図 4 天の川が見える様な山間部

また活動のアウトリーチとして、日立環境都市フェスタ 2010 にも出展した（図 5）。150 人程の方にブースに立ち寄って頂き、多くの人に光害という問題を知って頂くきっかけになった。

展示した夜空の明るさマップを指差して、「住んでいる所が明るい」という事を知った方も多かった。

また 2009 年に作成した「天の川マップ」が、自分の住んでいる身近な場所で天の川が見える場所があると事で反響があった。地域の方に天の川が見える場所を紹介して頂くというような交流も行った。



図 5 地域における光害や調査結果の展覧

(4) 城里町

城里町は天文台があり、城里町ふれあいの里天文同行会が活発な活動を行っている。日立市と同様、城里町においても詳細な調査を行い、この様な天文台がある場所の夜空の条件が良いというデータを提唱する事で、さらに来台者が人が増えるのでは無いかといった地域振興の為のデータの活用方法が考えられる。

4. 水戸駅天体観望会

我々は光害の影響をより多くの人に知って頂く為に、「明るくても見える天体はある」という事をモットーに、より多くの人に天文に興味や、星空や環境について考えるきっかけを持って頂く為に、2008 年度から水戸駅南口ペディストリアンデッキ（茨城県水戸市宮町 1 丁目）にて活動を行っている。これは環境展等以外におけるアウトリーチ活動であり、2010 年現在でも継続して活動を行っている。

最近では 2010 年 12 月 23 日（祝）に水戸駅南口キャンドルナイトと合同開催で観望会を開催した（図 6）。



図 6 12 月 23 日の観望会の案内

この観望会は、17 時 00 分～20 時 30 分まで開催され約 300 人の通行人の方が望遠鏡をのぞいて行った。

木星、すばるから始まり、時間が経つにつれてビルから昇ってくるオリオン大星雲やシリウス、ビルとビルの隙間から月を観望して頂くといった流れであった。大勢の人の通行で望遠鏡が振動して像が鮮明で無い、すばる等が肉眼で見えないので場所の説明が難しい等普通の天文台における観望会に比べたら苦しい観望会であるが、初めてのぞく望遠鏡に感動する方も多かった。

実感としては、観望会が 3 年目になり通行人に認知され、リピーターの方や、気兼ね無く声を掛けて下さる人が増えたという事がある。この観望会において天の川マップと水戸市の夜空の明るさマップを配布しているのだが（図 6 左）、「ここに来ればそれが頂けるとい事で来ました。」と言った方が居た事や、「前回と違う物が見えますか？」とも聞かれる事が有った。

また、天の川マップを望遠鏡の待ち時間に見たり、配布資料を見て光害について話を持ちかけて来たりする方も増えた。

3 年前に活動を始めた時と変わって、駅は姿を変えている（図 7）。

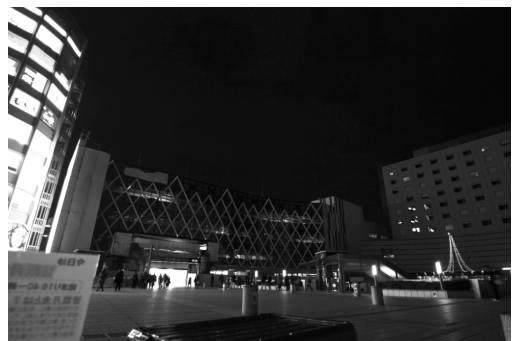


図 7 新しく建築途中のビル（中央）

図 7 の左のビル、右のホテルに続いて現在

中央にもビルが建設中である。空はだんだんと狭くなっているが、光害・天文に対する普及効果の高さから、まだまだ活動が続けていきたいと思う。

5. 最後に

高校地学部時代での環境省の全国星空継続観察の経験を元に、大学2年生の時に始めたこの活動。知らない場所での1からのスタートだったが活動の指針を作り、一段落である。

市の環境政策課や、住民の方々と光害という社会と折り合いを付けていく事が難しい問題に対し対話を行えたのは、調査結果から分かった密な夜空の明るさの分布という科学的データだけでは無いと思っている。

測定を通しての自分たちの明るい、暗いという実感や、調査中にタヌキやイノシシに遭遇し豊かな自然が残っている事の体感、環境保全に力を入れている市では、防犯灯がLEDになっている場所が有るといった発見。そのような卓上理論や数値等では無い実体験が、一般の方に身近であり、納得して頂けるきっかけになったのだと考える。これからもフィールドに出て調査を行う事に重点を置き、条例制定の基準作り等実際に何らかの対策に使用出来る程のデータを得ていきたい。

私も大学4年生という事で、来年は茨城を去る事になった。

今後これらの活動が続けていくには後輩達へ測定や地域との連携のノウハウを受け継いでいく事が大切である。プロジェクト立ち上げ時に地元の高校生で測定を手伝ってくれた子が、茨城大学に入学、本プロジェクトに加入し、寒い中でも一緒に測定を続けている。東京等で行われるアウトリーチ活動にも積極的に活動に付いて来てくれ、独自に繋がりを作っていている。水戸駅での観望会においては地域の天文同行会の方が毎回手伝ってく

れる様になり、遠い時は県北や県南から県央の水戸駅に集結してペディストリアンデッキには望遠鏡が5, 6台並ぶ。

未だ更に光害に対する活動調査結果を地域と連携し、広く県内の団体に広めていくという仕事があるが、上記の様な事を頼もしく思い活動を任せられると共に、更なる発展を考えていく事が出来ると実感している。

まだ活動を始めて3年目の活動ですが、どうぞよろしくをお願いします。

6. 謝 辞

12月5日の天文教育普及研究会において、「星空を通して考える環境と地域振興」というテーマの発表の機会を与えて下さった伊藤哲也様、又その際に天文教育執筆の機会を与えて下さった飯塚礼子氏に御礼申し上げます。

また研究会や同行会の集まりで活動を聞いて下さった皆様、意見を述べて下さった全ての方にここに改めて謝辞を表します。

檜木 梨花子

(茨城大学光害対策プロジェクト代表・
星空公団水戸支部・花立山天文台)

(光害についてのアウトリーチ活動・夜空の明るさ調査をされている方、是非ご意見ご感想を頂ければと思います。)